

## DOMAINE TECHNIQUE AUQUEL SE RAPPORTE L'INVENTION

Dispositif centreur-bloqueur d'une lentille ophtalmique de lunettes, méthode de  
détection automatique et méthodes de centrage manuel associées

5

La présente invention concerne de manière générale le montage des  
lentilles ophtalmiques dans leur monture.

Elle concerne plus particulièrement un dispositif centreur adapté à  
détecter automatiquement la position d'une ou plusieurs marques d'une lentille  
10 ophtalmique et en particulier la position de la ou des marques permettant de  
repérer un référentiel de centrage et/ou d'axage d'une lentille ophtalmique.

Elle concerne également des méthodes de détection automatique de la  
position de telles marques et en particulier d'un repère de centrage et/ou d'axage  
d'une lentille ophtalmique et deux méthodes de centrage manuel d'une lentille  
15 ophtalmique à l'aide d'un tel dispositif centreur-bloqueur.

## ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE

Les dispositifs centreur-bloqueurs sont des appareils courants dans le  
domaine de l'optique. Ils interviennent dans le processus de fabrication d'une  
paire de lunettes, juste avant l'usinage des lentilles ophtalmiques pour les adapter  
20 à la forme de la monture de lunettes sélectionnée.

Usuellement, une lentille ophtalmique « brute » se présente sous la  
forme sensiblement circulaire d'un diamètre suffisant pour pouvoir être montée  
convenablement dans le cercle de la monture choisie.

Un dispositif centreur-bloqueur est alors utilisé pour fixer sur la lentille  
25 ophtalmique concernée un pion de préhension généralement dénommé « gland ».

Ce pion de préhension servira, dans une étape ultérieure de fabrication,  
à entraîner la lentille ophtalmique en rotation pour procéder à son usinage.

La pose du pion de préhension sur la face avant de la lentille  
ophtalmique est réalisée en un point déterminé par le calcul en fonction  
30 notamment de la position du « centre optique » (au sens large du terme) ou plus  
généralement du point de centrage de la lentille, de la forme de la monture choisie  
et de certaines caractéristiques du porteur, à savoir son écart ou demi-écart  
pupillaire ainsi que la hauteur de montage (hauteur des pupilles par rapport à la  
partie inférieure des cercles de la monture).

Le positionnement ou centrage convenable de la lentille dans la monture comporte plusieurs composantes :

- Il faut positionner le point de centrage de la lentille (centre optique pour un unifocal, point fronto central, marquage de centrage pour une lentille progressive marquée, point déterminé à partir des microgravures pour une lentille progressive quelconque, point déterminé à partir de la pastille ou point marqué pour une lentille double ou triple foyer) en face de la pupille de l'œil. La connaissance de la forme droite (resp.gauche) de la monture, lue auparavant sur un lecteur, et de la valeur des demi-écarts et hauteurs de l'œil droit (resp. gauche) permet de savoir où est la pupille de l'œil droit (resp. gauche) dans cette forme. Tout décalage entre le point de centrage de la lentille et la pupille de l'œil entraîne des effets prismatiques indésirables pour le porteur, et donc une gêne. Ces effets sont d'autant plus gênants que la lentille est de forte puissance.

- Il faut orienter l'axe de la lentille conformément à la prescription ou à la typologie de la lentille. Dans le cas d'une lentille unifocale cylindrique, l'axe du cylindre sur la lentille montée doit correspondre à l'axe prescrit. Tout décalage d'axe entraîne à minima un défaut de correction (astigmatisme résiduel), défaut d'autant plus gênant que le cylindre est fort. Dans le cas d'une lentille progressive, l'axe de la lentille (marqué, ou défini par les microgravures) doit être horizontal pour respecter le mode de montage de ce type de lentille. Dans le cas d'une lentille double ou triple foyer, la pastille doit être horizontale non seulement pour des raisons physiologique (défaut de correction), mais aussi pour des raisons esthétiques.

- Il faut vérifier que le verre est suffisamment grand pour tenir dans la monture.

- Il faut vérifier que la correction de près (pour une lentille double ou triple foyer ou progressive) se trouve bien dans la monture. Ceci se comprend aisément d'un point de vue physiologique (le porteur doit avoir « accès » à la zone de vision de près de la lentille pour être corrigé correctement). De plus, pour les lentilles double ou triple foyers, la pastille ne doit pas être tronquée là aussi une raison esthétique.

- Il faut vérifier que la vision de loin se trouve bien dans la monture, pour les mêmes raisons physiologiques. Le respect de ces différentes composantes de positionnement nécessite une mesure et/ou une visualisation précise de la

position du point de centrage, de l'axe de la lentille, du contour de la lentille, de la position des points de références pour la vision de près et pour la vision de loin (dans le cas d'une lentille progressive).

Un dispositif centreur-bloqueur est généralement adapté à déterminer la position d'un centre optique dans le cas d'une lentille unifocale, la position d'un des centres optiques ou d'un point quelconque remarquable, dit de centrage, dans le cas d'une lentille bifocale ou trifocale, et est adapté également à déterminer certains parmi les repères que le fabricant fait usuellement figurer sur la surface des lentilles progressives. Lorsque le dispositif centreur est également bloqueur en ce sens qu'il possède des moyens pour déposer manuellement ou automatiquement sur la lentille un pion de centrage matérialisant le référentiel détecté de la lentille, le dispositif est de plus adapté à déterminer par calcul un point de la surface de la lentille définissant l'emplacement au niveau duquel sera posé un pion de préhension.

Que ce soit en mode automatique ou en mode manuel, la plupart des dispositifs centreur-bloqueurs déjà connus détectent la position du centre optique ou des repères de centrage et/ou d'axage d'une lentille ophtalmique en éclairant ladite lentille au moyen d'un faisceau lumineux (en général un faisceau collimaté) et en recueillant le faisceaux lumineux transmis au travers elle sur un écran de projection translucide. Une caméra placée derrière cet écran acquiert l'image projetée et l'affiche ensuite sur un périphérique d'affichage tel qu'un écran CRT ou LCD. A l'image de la lentille ainsi générée, est superposée la forme de la monture afin que l'opérateur réalise le centrage dans toutes ses composantes, de manière automatique ou manuelle. En mode automatique, des moyens de traitement électroniques repèrent l'ombre des repères de centrage et/ou d'axage pour définir un référentiel de la monture et marquer ce référentiel ou déposer sur la monture un pion ou gland de référence ou centrage dans la configuration voulue pour matérialiser un référentiel de la lentille à partir duquel il sera procédé au détournage de la lentille selon le contour souhaité.

De tels dispositifs commettent une erreur de détection des positions réelles des marques de la lentille et en particulier de la position du centre optique ou des repères de centrage et/ou d'axage (typiquement la croix de montage, les points de marquage issus d'un centrage sur un frontofocomètre, les traits horizontaux, les microgravures, le segment de délimitation de la pastille d'une

lentille double foyer non progressive) de la lentille ophtalmique. Il en est de même des cercles, dits de mesure fronto, localisant les points de référence pour la vision de près et pour la vision de loin). Cette erreur résulte des déviations prismatiques de l'ombre des repères, induites par la lentille elle-même, qui dépendent des puissances optiques sphérique, cylindrique et prismatique de la lentille ophtalmique dans la zone du repère considéré. En raison de ces déviations, l'image projetée des marques que porte la face avant convexe de la lentille est déformée par la lentille au travers d'elle-même, ce qui a pour effet de fausser les différentes composantes de centrage et risque d'aboutir à un montage incorrect, voire impossible.

Par exemple, une lentille de puissance positive génère sur l'écran de projection une image globale contractée des marques de la lentille. Inversement, une lentille de puissance négative génère une image condensée. Si la lentille ophtalmique à centrer présente une puissance prismatique latérale dans la zone du repère considéré, l'ombre du repère sur l'image apparaîtra décalée latéralement, dans la direction et dans la mesure correspondant à l'angle de ce prisme, par rapport à la position réelle du repère sur la face avant de ladite lentille. De même, si la lentille ophtalmique présente une puissance torique, ces dispositifs centreur-bloqueurs peuvent commettre une erreur de détection du repère d'axage si l'axe formé par les repères et l'axe principal du tore correspondant ne sont pas parallèles ou perpendiculaires entre eux.

En revanche, le contour de la lentille n'est jamais déformé puisqu'il ne subit aucun effet prismatique. Il en résulte un décalage relatif de la projection de ce contour par rapport aux projections décalées des marques de la lentille.

Ces erreurs sont d'autant plus importantes que les effets prismatiques sont forts et que l'écran de projection est éloigné de la lentille.

Pour tenter de remédier à ce problème d'erreur de détection des marques d'une lentille, on a déjà proposé de minimiser les erreurs de décalage commises en rapprochant l'écran de projection de la lentille. Mais ce rapprochement peut dans certains cas dégrader la précision intrinsèque du dispositif et les compromis envisagés restent insatisfaisants.

Une autre solution a été avancée dans le document EP 0 409 760 qui propose un dispositif centreur-bloqueur dans lequel, d'une part, le trajet optique du flux lumineux permettant de détecter la position du centre optique ou des repères

de centrage de la lentille est inversé, à savoir la lentille ophtalmique est éclairée par l'arrière (sachant que les repères de centrage et/ou d'axage sont prévus sur la face avant de celle-ci) et le flux lumineux transmis par ladite lentille est recueilli du côté de la face avant de celle-ci, et, d'autre part, l'écran de projection dépoli, permettant de recueillir le flux lumineux transmis en regard des moyens d'acquisition, est disposé au plus près de la face avant de la lentille à centrer de manière à limiter le trajet des rayons lumineux déviés avant d'être focalisés vers les moyens d'acquisition.

Toutefois cela nécessite que l'écran de projection dépoli soit monté mobile sur le bâti du dispositif pour être escamoté de façon à permettre la dépose du pion de préhension à l'endroit déterminé de la face avant de la lentille ophtalmique. Ce montage complexe de l'écran de projection sur le bâti du dispositif augmente l'encombrement du dispositif, son coût de fabrication et surtout ne permet pas d'obtenir une précision pérenne des mesures.

#### OBJET DE L'INVENTION

Afin de remédier aux inconvénients précités de l'état de la technique, la présente invention propose de corriger les erreurs de déformation de l'image projetée des différentes marques de la lentille afin de permettre une vérification automatique ou manuelle précise de la configuration géométrique des marquages de la lentille. L'invention propose également, plus spécifiquement, d'utiliser cette correction pour assurer, de manière automatique ou manuelle assistée, un centrage et/ou une vérification précis du positionnement de la lentille dans son ensemble, ou d'un point spécifique de la lentille, dans le contour de monture auquel elle est destinée.

A cet effet, on prévoit selon l'invention un dispositif d'acquisition corrigée de l'ombre d'une lentille ophtalmique présentant une ou plusieurs marques (PC), comprenant :

- un moyen d'accueil de la lentille ophtalmique,
- de part et d'autre dudit moyen d'accueil, d'une part, des moyens d'éclairement de la lentille ophtalmique installée sur ledit moyen d'accueil et, d'autre part, des moyens d'acquisition de l'ombre de ladite lentille ophtalmique éclairée par les moyens d'éclairement (S), et

- des moyens de mesure aptes à mesurer le pouvoir de déviation optique qu'exerce la lentille ophtalmique sur au moins un rayon lumineux et à délivrer un signal représentatif de ce pouvoir déviateur,
- un système électronique et informatique comprenant des instructions de calcul de correction géométrique déduisant dudit pouvoir de déviation mesuré une géométrie corrigée d'une partie au moins de l'ombre de la lentille ophtalmique perçue par les moyens d'acquisition.

D'autres caractéristiques avantageuses et non limitatives du dispositif conforme à l'invention sont les suivantes :

- 10 - ladite géométrie corrigée correspond sensiblement à la géométrie que présenterait l'ombre de ladite lentille si cette lentille ne possédait aucun pouvoir de déviation ;
- les moyens de mesure sont aptes à mesurer le pouvoir déviateur qu'exerce la lentille ophtalmique sur au moins trois rayons lumineux traversant la lentille en trois points non-alignés ;
- 15 - les moyens de mesure sont du type procédant par déflectométrie ;
- les moyens de mesure par déflectométrie comprennent au moins un séparateur de faisceau disposé entre le moyen d'accueil de lentille et les moyens d'acquisition, ce qui permet de réaliser des mesures déflectométriques précises afin de mesurer avec une bonne précision les centres optiques et les axes d'astigmatisme des lentilles unifocales, ainsi que les puissances frontales des lentilles de tout type ;
- 20 - les moyens de mesure par déflectométrie comprennent lesdits moyens d'acquisitions ;
- 25 - les moyens d'acquisition comprennent un écran de projection et un système d'acquisition d'image agencé pour capter l'image de cet écran de projection ;
- ledit moyen d'accueil, lesdits moyens d'éclairement, lesdits moyens d'acquisition et lesdits moyens de mesure sont fixes les uns par rapport aux autres ;
- 30 - il comporte un trajet optique unique entre lesdits moyens d'éclairement et lesdits moyens d'acquisition;
- ledit séparateur de faisceau est un support pour au moins un signe disposé entre ledit moyen d'accueil et lesdits moyens d'acquisition et d'analyse et dans lequel la loi de correction géométrique calculée par ledit système électronique

et informatique est fonction de l'ombre déformée du signe perçue par les moyens d'acquisition ;

- le support de signe est activable et désactivable ;
- ledit support de signe est un écran actif transparent apte à afficher sélectivement ledit signe opaque ;
- ledit écran actif est un écran à cristaux liquides ;
- ledit support de signe comprend une trame de motifs opaques répétés et réguliers ;
- ledit support de signe comprend une matrice d'Hartmann ;
- ledit support de signe comporte une figure géométrique dont la dimension hors tout est comprise entre 2 et 10 mm ;
- la figure géométrique couvre une superficie comprise entre 3 et 80 mm<sup>2</sup> ;
- la figure géométrique est de forme distincte d'un point ou d'une croix, apte à être distinguée d'un repère marqué d'une lentille ophtalmique ;
- la figure géométrique est un filaire, préférentiellement un polygone tel qu'un triangle ;
- la figure géométrique est un cercle ou un ovale ;
- les moyens de mesure sont du type procédant par d'interférométrie ;
- il comprend des moyens pour poser un pion de préhension à un emplacement déterminé par calcul sur la face avant de ladite lentille ophtalmique ;
- lesdits moyens de pose du pion de préhension sont des moyens automatiques ;
- lesdits moyens de pose du pion de préhension sont des moyens de manipulation à commande manuelle ;
- il comporte des moyens d'affichage pilotés par le système électronique et informatique pour afficher la géométrie au point partiellement corrigée de l'ombre perçue par les moyens d'acquisition ;
- le système électronique et informatique pilote les moyens d'affichage pour afficher le contour de la lentille sans lui appliquer le calcul de correction géométrique ;
- le système électronique et informatique comporte des instructions de reconnaissance d'image aptes à reconnaître l'ombre d'une marque de la lentille ophtalmique perçue par les moyens d'acquisition et à lui appliquer ledit

calcul de correction géométrique pour en déduire sa position corrigée dans un référentiel connu correspondant sensiblement à la position que présenterait dans ce référentiel l'ombre de cette marque en l'absence de pouvoir de déviation de la lentille ;

- 5 - les instructions de reconnaissance d'image sont aptes à reconnaître l'ombre d'une marque de centrage et/ou d'axage de la lentille ophtalmique perçue par les moyens d'acquisition ;
- les instructions de reconnaissance d'image sont aptes à reconnaître l'ombre d'une marque de référence pour la vision de loin ou la vision de près de la
- 10 lentille ophtalmique perçue par les moyens d'acquisition.

L'invention a également pour objet une méthode d'acquisition corrigée de l'ombre d'une lentille ophtalmique présentant une ou plusieurs marques, comportant les étapes suivantes :

- éclairer la lentille par un faisceau lumineux,
- 15 - mesurer le pouvoir de déviation optique qu'exerce la lentille ophtalmique sur au moins un rayon lumineux incident dudit faisceau,
- déduire du pouvoir de déviation mesuré, par calcul, une géométrie corrigée d'une partie au moins de l'ombre de ladite lentille ophtalmique éclairée par ledit faisceau lumineux.

- 20 D'autres caractéristiques avantageuses et non limitatives de la méthode conforme à l'invention sont les suivantes :

- ladite géométrie corrigée correspond sensiblement à la géométrie que présenterait l'ombre de ladite lentille si cette lentille ne possédait aucun pouvoir déviateur ;
- 25 - on mesure le pouvoir de déviation qu'exerce la lentille ophtalmique sur au moins trois rayons lumineux distincts, traversant la lentille en trois points non alignés ;
- pour mesurer le pouvoir de déviation de la lentille ophtalmique, on utilise des moyens de déflectométrie ;
- 30 - pour mesurer le pouvoir de déviation de la lentille ophtalmique, on éclaire la lentille ophtalmique et on recueille l'ombre de la lentille sur des moyens d'acquisition, un séparateur de faisceau étant disposé entre lesdits moyens d'acquisition et la lentille ;



- pour mesurer le pouvoir de déviation de la lentille ophtalmique, on utilise des moyens d'interférométrie ;
- la lentille ophtalmique étant du type multifocale, la correction géométrique est appliquée à au moins une marque de référence pour la vision de près ou de loin de la lentille ophtalmique multifocale pour obtenir une position corrigée de cette marque ;
- la correction géométrique est appliquée à l'ombre d'au moins une marque de centrage et/ou d'axage de la lentille ophtalmique pour obtenir une position corrigée de cette ombre ;
- on affiche sur un écran de visualisation une image virtuelle représentative du contour souhaité après détournage de la lentille, et on repère la position de cette image de contour par rapport à la position corrigée de l'ombre de la marque de centrage de la lentille ;
- comportant une étape d'affichage de la géométrie corrigée de l'ombre de la lentille sur un écran de visualisation ;
- lors de ladite étape d'affichage, l'ombre du contour de la lentille est affichée sur un écran de visualisation sans lui appliquer le calcul de correction géométrique.
- elle comporte une étape de reconnaissance de l'ombre d'une marque de la lentille ophtalmique et une étape d'application, à cette ombre de marque, du calcul de correction géométrique pour en déduire sa position corrigée dans un référentiel connu, cette position corrigée correspondant sensiblement à la position que présenterait dans ce référentiel l'ombre de cette marque en l'absence de pouvoir de déviation de la lentille ;
- elle est appliquée au centrage automatique de la lentille et, dans ce cas, l'ombre reconnue est celle d'une marque de centrage et/ou d'axage de la lentille ophtalmique.

déviation prismatiques induites par la lentille à centrer.

#### DESCRIPTION DETAILLEE D'UN EXEMPLE DE REALISATION

- La description qui va suivre en regard des dessins annexés, donnés à titre d'exemples non limitatifs, fera bien comprendre en quoi consiste l'invention et comment elle peut être réalisée.

Sur les dessins annexés :

- la figure 1 est une vue générale en perspective d'un dispositif centreur-bloqueur selon l'invention ;
- la figure 2 est un schéma optique du dispositif de la figure 1 ;
- la figure 3 est une vue schématique de dessus des motifs du support de signe transparent du dispositif de la figure 1,
- la figure 4 est un algorithme d'une méthode de centrage selon l'invention avec l'affichage furtif du support de signe transparent du dispositif de la figure 1,
- la figure 5A est un schéma du référentiel de la caméra,
- la figure 5B est un schéma du référentiel d'affichage, et
- la figure 5C est un schéma superposant les deux référentiels des figures 5A et 5B.

Sur la figure 1 on a représenté schématiquement un mode de réalisation d'un dispositif centreur-bloqueur 100 selon l'invention.

Ce dispositif comporte un pupitre de travail 101 sur lequel est disposé un mécanisme de centrage 102 d'une lentille ophtalmique 103. Il peut s'agir d'une lentille unifocale, bifocale, trifocale ou encore d'une lentille ophtalmique à addition progressive de puissance.

Le dispositif centreur-bloqueur 100 comporte en outre un écran de visualisation 105 fixé sur le bâti 104 de manière à être orienté pour être visible de l'utilisateur travaillant au pupitre de travail 101.

Le mécanisme de centrage 102 du pupitre de travail 101 comporte ici un jeu de trois mors 114 à serrage concentrique portés chacun par un bras 115 pivotant autour d'un axe (non visible sur la figure 1) fixe par rapport au pupitre de travail 101. Les bras sont agencés de manière que leur rotation conjointe autour de leur axe respectif permet le rapprochement des trois mors 114.

Le serrage des mors 114 est commandé par un moteur 117 dont l'axe est solidaire d'un pignon 118 engrenant sur une couronne 119 adaptée à entraîner les bras 115 en rotation autour de leur axe. Les bras 115 comportent en effet chacun une portion dentée semi-circulaire (non représentée) engrenant avec la périphérie externe de la couronne 119. La rotation du pignon 118, sous l'action du moteur 117, entraîne ainsi en rotation la couronne 119 pour provoquer le serrage ou le desserrage des mors 114, en fonction du sens dans lequel est entraînée la couronne 119. Une cellule 120, optique ou électromagnétique, permet au moteur 117 de connaître la position de la couronne 119.

L'ensemble formé par les bras 115 portant les mors 114, et par la couronne 119 est disposé au-dessus d'une plaque support transparente 121.

Par ailleurs, comme le montre la figure 1, le dispositif centreur-bloqueur comporte un bras de positionnement 106, préférentiellement automatisé, relié au bâti 104, et adapté à prendre à l'aide d'une pince un pion de préhension disposé sur un réceptacle 107 et à venir le déposer à un emplacement déterminé par calcul sur la face avant de ladite lentille ophtalmique 103.

Dans cette optique, le dispositif centreur-bloqueur 100 est adapté à détecter et afficher la configuration précise d'un repère de centrage et/ou d'axage de la lentille ophtalmique 103. Plus généralement, le dispositif est capable de détecter et afficher la configuration précise de toute marque de la lentille 103, telle que les cercles de référence pour la vision de près et pour la vision de loin. Classiquement, les marques de la lentille affecte sa face avant convexe qui, en service, est opposée à la plaque support 121.

Pour cela, comme le montre schématiquement la figure 2, il comprend avantageusement :

- un moyen d'accueil de la lentille ophtalmique 103,
- de part et d'autre dudit moyen d'accueil, d'une part, des moyens d'éclairement de la lentille ophtalmique 103 installée sur ledit moyen d'accueil et, d'autre part, des moyens d'acquisition de l'ombre ou, ce qui revient au même en négatif, de la lumière transmise par ladite lentille ophtalmique 103,
- des moyens de mesure S, 122, 124, C aptes à mesurer le pouvoir de déviation optique qu'exerce la lentille ophtalmique 103 sur au moins un rayons lumineux et à délivrer un signal représentatif de ce pouvoir de déviation,
- un système électronique et informatique (non visible aux figures), tel qu'un microordinateur ou un circuit intégré dédié (ASIC), comprenant des instructions de calcul de correction géométrique déduisant dudit pouvoir de déviation mesuré une géométrie corrigée d'une partie au moins de l'ombre de la lentille ophtalmique 103 perçue par les moyens d'acquisition 122, 125, C.

Le moyen d'accueil est constitué ici par la plaque support 121 transparente à la lumière.

Selon l'exemple représenté, les moyens d'éclairement comprennent une source de lumière S qui émet un faisceau lumineux divergent 1 en direction d'un système de renvoi comportant un miroir 126 incliné à 45° et une lentille

convergente 123 adaptée à former un flux lumineux 2 à rayons parallèles en direction de la lentille ophtalmique 103 déposée sur la plaque support 121 avec sa face avant, pourvue du ou des repères de centrage et/ou d'axage, tournée vers ladite lentille convergente 123.

5 Les moyens d'acquisition comprennent ici une plaque dépolie 122 formant écran de projection et une caméra numérique C captant l'image de cet écran du côté opposé à la lentille 103. La caméra C délivre au système électronique et informatique un signal représentatif de l'image projetée sur l'écran de projection 122. Le système électronique et informatique intègre des moyens de  
10 traitement d'image (sous la forme d'un programme d'ordinateur ou d'un ASIC) adaptés à traiter le signal obtenu en sortie de la caméra numérique C. L'image traitée et corrigée au moyen du calcul de correction géométrique est transmise à des moyens d'affichage constitués en l'espèce par l'écran de visualisation 105. Lesdits moyens d'acquisition et d'analyse comprennent entre le support de signe  
15 transparent 124 et la caméra numérique C un système optique de renvoi du faisceau lumineux transmis par la lentille ophtalmique 103 comportant un miroir 125 incliné à 45°. La caméra numérique C recueille, via le renvoi angulaire optique opéré par le miroir incliné 125, les images ou ombres projetées sur l'écran de projection dépoli 122.

20 Avantageusement, dans le dispositif centreur-bloqueur 100, ledit moyen d'accueil, lesdits moyens d'éclairement, lesdits moyens d'acquisition et d'analyse et ledit support de signe transparent sont fixes les uns par rapport aux autres.

En outre, comme le montre la figure 2, il comporte un trajet optique unique entre lesdits moyens d'éclairement et lesdits moyens d'acquisition et  
25 d'analyse, ce qui présente l'avantage de réduire l'encombrement et les coûts de fabrication du dispositif et surtout de permettre d'obtenir une précision pérenne de mesure.

Dans un mode de réalisation privilégié, les moyens de mesure les  
30 moyens de mesure S, 124, C sont aptes à mesurer le pouvoir de déviation qu'exerce la lentille ophtalmique sur au moins trois rayons lumineux traversant la lentille en trois points non-alignés. Pour augmenter la précision et permettre en particulier la réalisation avec le dispositif, sans moyens supplémentaires, de mesures de puissances précises, les moyens de mesure de déviation sont du type procédant par déflectométrie.

En l'espèce, ces moyens de mesure comprennent les moyens d'éclairement S et les moyens d'acquisitions, avec l'écran de projection 122 et un système d'acquisition d'image C, 125, servant conjointement à l'acquisition de l'ombre de la lentille 103. A ces moyens d'acquisition d'image, sont associés des  
5 moyens pour réaliser en aval de la lentille une séparation du faisceau lumineux émis par la source S en un ou plusieurs rayons lumineux. Cette séparation de faisceau est réalisée par un seul séparateur de faisceau 124 en forme de plaque disposé entre le moyen d'accueil de lentille 121, 114 et l'écran de projection 122 des moyens d'acquisition. On pourrait envisager d'utiliser plusieurs plaques de  
10 séparation. Il s'agit en l'espèce d'un support transparent 124 pour un signe opaque 124A, 124B, activable et désactivable, disposé entre la plaque support 121 et l'écran de projection 122 des moyens d'acquisition et d'analyse.

Selon une caractéristique avantageuse, le support de signe transparent 124 est activable et désactivable.

15 En pratique ce support de signe peut être réalisé sous la forme d'un écran transparent à cristaux liquides (LCD) ou analogue, comme dans l'exemple illustré. Il peut également être constitué d'un support passif permanent (tel qu'un masque, grille, insigne ou figurine, etc.) monté mobile par rapport à la lentille ophtalmique, de façon à être apte à s'effacer pour libérer une partie au moins de  
20 l'ombre de la lentille ophtalmique lorsque cette partie doit être examinée sans le signe, comme expliqué plus loin.

Dans ces conditions le terme "activable" et "désactivable" signifient que le support en cause opère ou non sa fonction de séparation du faisceau lumineux en aval de la lentille sur tout ou partie de la surface de la lentille ophtalmique. On  
25 comprend que, concrètement, l'activation ou la désactivation du support peut revêtir une réalité différente selon le type de support utilisé. Lorsque le support est de type passif et consiste par exemple en un support d'un ou plusieurs motifs matérialisés sur ce support, tel qu'une grille ou une plaque ajourée, le terme désactivable signifie escamotable ou rétractable mécaniquement, en totalité ou en  
30 partie, le support étant alors monté mobile par rapport à la lentille (qu'il soit lui même mobile ou que la lentille soit mobile et que le support soit fixe) pour permettre un dégagement d'une partie au moins de la surface correspondante de l'ombre de la lentille en vue de sa lecture directe, avec le faisceau lumineux complet, sans séparation de ce faisceau. Lorsque le support est de type actif et

consiste par exemple en un écran à affichage dynamique tel qu'un écran CRT ou LCD, le terme désactivable signifie que l'électronique de commande de l'écran éteint tout motif de séparation sur au moins une zone de cet écran correspondant à la zone à lire sans séparation de faisceau de la lentille.

5           En l'espèce, le support de signe est un écran transparent actif qui est apte à afficher, lorsqu'il est convenablement activé par une unité électronique de pilotage associée, ledit signe opaque. Il s'agit, par exemple, d'un écran à cristaux liquides.

10           Lorsqu'il n'est pas activé le support de signe transparent 124 est équivalent à la plaque support 121 transparente et ne montre aucun signe opaque.

          Lorsqu'il est activé le support de signe transparent 124 affiche le ou les signes opaques utilisés pour détecter la position des repères de centrage et/ou d'axage de la lentille ophtalmique 103.

15           Comme le montre plus particulièrement la figure 3, ledit support de signe transparent 124 comprend une trame de motifs 124A opaques répétés et réguliers. En particulier, il comprend une matrice d'Hartmann.

          En outre, comme le montre également la figure 3, ledit support de signe transparent 124 comporte, préférentiellement en son centre, une figure  
20 géométrique 124B dont la dimension maximale hors tout est comprise entre 2 et 10 mm. Cette figure géométrique 124B couvre une superficie comprise entre 3 et 80 mm<sup>2</sup>. Elle est filaire, distincte d'un point ou d'une croix, de manière à la distinguer d'un repère marqué d'une lentille ophtalmique. Ici la figure géométrique 124B est un polygone, préférentiellement un triangle, mais selon des variantes  
25 non représentées, cette figure géométrique peut être un cercle ou un ovale.

          Quoi qu'il en soit, on observe que cette figure ou trame réalise une séparation de faisceau lumineux en une pluralité de rayons lumineux traversant la lentille en autant de point non alignés discrètement ou continûment répartis sur la lentille.

30           En variante, on pourra mettre en œuvre des moyens de mesure procédant par d'interférométrie.

          Avantageusement, le dispositif centreur-bloqueur 100 décrit ci-dessus permet la mise en œuvre d'une méthode de détection automatique de la position d'une marque présente sur l'une des faces de la lentille, typiquement la face avant

convexe. Dans l'exemple décrit, il s'agit, pour fixer les idées, de détecter la position d'un repère de centrage et/ou d'axage de la lentille ophtalmique 103 dans le cercle correspondant de la monture dans laquelle elle doit être montée. Cette méthode comporte les étapes suivantes.

5            Etape a

À titre de calibrage on acquiert et on mémorise l'ombre du signe opaque 124B ménagé sur le support de signe transparent 124 activé et éclairé seul par les moyens d'éclairage S.

Etape b

10           On superpose la lentille ophtalmique 103 et le support de signe transparent 124 activé.

Étape c

             On a inséré par activation du support 124 entre la lentille et le dépoli un motif opaque de géométrie connue. On acquiert alors et on mémorise dans une  
15           mémoire vive (RAM) des moyens de traitement l'ombre du signe dudit support éclairé par les moyens d'éclairage S.

Étape d

             On acquiert et on mémorise dans la mémoire vive (RAM) des moyens de traitement l'ombre du repère de centrage et/ou d'axage de la lentille ophtalmique  
20           103 lorsqu'elle est éclairée par les moyens d'éclairage S, le support transparent étant désactivé et ne présentant donc aucun signe opaque.

Étape e

             On déduit de la déviation prismatique de la figure géométrique 124B mesurée par comparaison des acquisitions réalisées aux étapes a) et c), la  
25           position corrigée non déviée de l'ombre de la marque ou repère sur la face avant de ladite lentille ophtalmique.

             A cet effet, on détermine la déformation de ce motif lorsque la lentille est présente.

             La déformation de ce motif par effet prismatique de la lentille nous  
30           permet alors de déduire la déformation de l'ombre de la lentille à l'endroit du motif.

             Par exemple, si la distance entre l'écran de projection et le motif vaut  $d_1$ , que la distance entre la lentille et l'écran de projection est constante ou approximativement connue et vaut  $d_2$ , que la déformation du motif vaut  $def_1$ , alors la déformation de l'image de la lentille vaut en cet endroit :

$$\text{def2} \approx \text{def1} * d2/d1.$$

On calcule ensuite la position ou géométrie corrigée de la marque ou repère qui correspond, selon l'invention, sensiblement à la position que présenterait l'ombre du repère de la lentille si cette lentille ne possédait aucun

5 pouvoir de déviation.

Ce calcul peut se réaliser de plusieurs manières

1<sup>ère</sup> méthode : méthode locale

A partir de la mesure locale de la déformation de la figure géométrique, la déformation globale de la lentille est modélisée avec un modèle mathématique, dont les paramètres peuvent être déterminés avec cette mesure locale. On calcule

10 donc les paramètres avec la mesure locale puis on applique ces paramètres sur le modèle global.

Par exemple, on peut considérer que les déformations globale de la lentille se modélisent simplement par les paramètres suivants :

15  $DX=aX+bY+c$  et  $DY=dX+eY+f$

avec X,Y les coordonnées d'un point du verre,

DX=déformation suivant l'axe X, DY=déformation suivant l'axe Y

Les paramètres à déterminer sont a,b,c,d,e et f.

Ceux-ci peuvent être calculés par exemple avec une mesure de

20 déformation locale d'un motif constitué d'au moins 3 points A1,A2,A3.

Il nous alors résoudre le système de 6 équations à 6 inconnues (a,b,c,d,e,f) :

$$DX(A1)=aX A1+bY A1+c$$

$$DY(A1)=dX A1+eY A1+f$$

25  $DX(A2)=aX A2+bY A2+c$

$$DY(A2)=dX A2+eY A2+f$$

$$DX(A3)=aX A3+bY A3+c$$

$$DY(A3)=dX A3+eY A3+f$$

Il est possible bien sûr de prendre plus de 3 points (N points) et de

30 résoudre le système de 2N équations à 6 inconnues par une méthode par exemple des moindres carrés, ce qui permet d'obtenir une meilleure précision sur la détermination de a,b,c,d,e,f.

2<sup>ème</sup> méthode : méthode globale

On mesure la déformation de l'ombre sur l'ensemble de la lentille.



On peut par exemple envisager un motif constitué de nombreux points répartis sur l'ensemble de la lentille. On peut alors calculer, par exemple, pour chacun de ces points la déformation de l'ombre et réaliser une interpolation linéaire de la déformation entre deux de ces points.

5        Etape f : Affichage de l'image corrigée complète de la lentille

Pour afficher l'image (ou ombre) de la lentille corrigée de la déformation, pour chaque pixel de l'image corrigée on calcule le pixel correspondant de l'image non corrigée, en utilisant l'estimation de déformation de la lentille réalisée précédemment au point correspondant et on affecte la valeur du pixel non corrigé au pixel de l'image corrigée.

On a en effet pour chaque pixel(i,j) de l'image (corrigée) un point de la lentille correspondant le point Aij .

Ce point Aij est décalé de def2ij, def2ij étant estimé à partir d'une des 2 méthodes (locale/globale). Le point décalé correspond à Bi'j' sur l'image non corrigée.

On affecte alors au point Aij l'intensité de l'image non corrigé au point Bi'j' .

En revanche, l'ombre du contour de la lentille est affichée telle quelle, sans correction.

20        Pour cela, si l'ensemble de l'ombre de la lentille est corrigée, on opère une reconnaissance logicielle du contour de la lentille afin de l'exclure de la correction à l'affichage : les pixels correspondants ne sont pas réaffectés.

Si la correction d'image n'affecte qu'une partie de la lentille située à l'intérieur de son contour, il n'est alors pas nécessaire d'effectuer cette reconnaissance. L'ombre du contour est affichée directement, avec l'ensemble de la zone située à l'extérieure de la zone corrigée, sans aucune correction d'ensemble.

Le système électronique et informatique exécute cette alternative et pilote l'écran de visualisation 105 pour afficher le contour de la lentille 103 sans lui appliquer le calcul de correction géométrique.

30        Etape g : Détermination des positions corrigées des marques dans un référentiel du dispositif (mode automatique)

Cette étape n'est pas obligatoire. Elle peut être omise dans le cas d'un fonctionnement en mode manuel de l'appareil.

Le système électronique et informatique comporte des instructions de reconnaissance d'image aptes à reconnaître l'ombre d'une marque de la lentille ophtalmique 103 perçue par les moyens d'acquisition 122, 125, C et à lui appliquer ledit calcul de correction géométrique pour en déduire sa position corrigée dans un référentiel connu correspondant sensiblement à la position que présenterait dans ce référentiel l'ombre de cette marque en l'absence de pouvoir de déviation de la lentille 103.

En particulier, les instructions de reconnaissance d'image sont aptes à reconnaître l'ombre d'une ou plusieurs marque de centrage et/ou d'axage, telle que la croix de centrage et le traits d'axage, de la lentille ophtalmique perçue par les moyens d'acquisition 122, 125, C.

De plus, dans le cas du traitement d'une lentille multifocale, les instructions de reconnaissance d'image sont aptes à reconnaître l'ombre d'une marque de référence pour la vision de loin ou la vision de près de la lentille ophtalmique perçue par les moyens d'acquisition 122, 125, C.

Pour déterminer les corrections géométriques à appliquer aux marques de la lentilles, on peut procéder par exemple de la manière suivante. A partir de l'image (ombre) corrigée globale de la lentille, on réalise une reconnaissance automatique des marques de la lentille. On reconnaît ainsi par traitement d'images les points fronto, les marquages des verres progressifs (croix de centrage, cercle de vision de près/loin, axe), les pastilles et les microgravures.

Ces paramètres optiques reconnus automatiquement sont corrects (corrigés) puisqu'extraits d'une image de lentille globalement corrigée.

#### Etape h : Centrage

Cette méthode de détection corrigée de la position du repère de centrage et/ou d'axage de la lentille ophtalmique va permettre de centrer la lentille ophtalmique 103 selon un viseur de centrage donné pour déposer à un endroit déterminé sur la face avant de la lentille 103 le pion de préhension qui va permettre de bloquer et d'entraîner ultérieurement en rotation la lentille 103 dans une meuleuse pour la conformer au cercle de la monture choisie.

Pour centrer automatiquement ou manuellement ladite lentille ophtalmique 103, préliminairement aux étapes a) à d) énoncées ci-dessus, l'opérateur indique au dispositif centreur-bloqueur, via un clavier de commande, le type de lentille ophtalmique à centrer, la position du point de centrage PC de la

lentille 103 (voir figure 5A à 5C) par rapport au centre boxing CB qui est le centre de la monture choisie (voir définition ci-dessous en relation avec les figures 5B et 5C) ainsi qu'éventuellement pour les lentilles ophtalmiques unifocales cylindriques l'orientation souhaitée de son axe.

- 5           En effet, les paramètres précités respectent une convention de centrage qui inclut d'une part un référentiel de mesure (O, X, Y) lié à la caméra et représenté sur la figure 5A et d'autre part un référentiel d'affichage (O', X', Y') lié à la monture et représenté sur la figure 5B.

- 10           Dans le référentiel de mesure (O, X, Y) on acquiert le point de centrage PC de la lentille ophtalmique repéré par les coordonnées  $X_{PC}$ ,  $Y_{PC}$ .

Concrètement, la nature du point de centrage dépend du type de la lentille considérée.

Dans le cas d'une lentille unifocale, le point de centrage PC est le centre optique préalablement marqué.

- 15           Dans le cas d'une lentille bifocale, le point de centrage PC est le centre du segment de la pastille.

Dans le cas d'une lentille à addition progressive de puissance, le point de centrage PC est la croix de centrage.

- 20           D'autre part comme le montre la figure 5A, l'orientation de la lentille ophtalmique est repérée par un angle  $\theta$  qui est l'angle entre un axe particulier de la lentille et l'axe X du référentiel de mesure.

Cet axe particulier est selon le cas :

- 25           - l'axe du cylindre pour une lentille unifocale torique,  
- l'axe des marquages horizontaux pour une lentille progressive, et  
- l'axe du segment de la pastille pour une lentille bifocale.

- 30           Le référentiel d'affichage concerne la monture choisie. Cette monture possède deux cercles (de forme quelconque non nécessairement circulaire) accueillant chacun une lentille. En l'espèce, le cercle concerné présente une forme courbe dans le référentiel X, Y. Un centre est défini pour le cercle de monture. Conventionnellement, on pourra par exemple définir comme centre du cercle de monture, le centre du rectangle dans lequel est inscrit le cercle de monture. Ce centre appelé « centre boxing » est noté CB et est repéré par ses coordonnées  $X'_{CB}$ ,  $Y'_{CB}$  dans le repère (O', X', Y').

Le pion de préhension est fixé généralement sur la lentille au centre boxing CB.

L'écart souhaité en X et en Y entre le point de centrage PC et le centre CB est saisi par l'opérateur dans le dispositif centreur-bloqueur 100. Il dépend de  
5 la prescription, de la morphologie du porteur et de la forme de la monture.

Cet écart présente les coordonnées suivantes dans le référentiel ( $O'$ ,  $X'$ ,  $Y'$ ) :  $\delta X' = X'_{PC} - X'_{CB}$ ,  $\delta Y' = Y'_{PC} - Y'_{CB}$  (voir figure 5C).

Sur la figure 5C, on a noté  $\theta'$  l'angle souhaité pour l'axe de la lentille ophtalmique dans le référentiel d'affichage ( $O'$ ,  $X'$ ,  $Y'$ ) et donc dans le référentiel  
10 de la monture (voir figure 5C).

Après avoir entré les paramètres de centrage précités dans le dispositif centreur-bloqueur, l'opérateur dépose la lentille sur son support et l'opération de centrage peut débiter.

On prévoit deux mode de fonctionnement : un mode automatique et un  
15 mode semi-automatique ou manuel assisté.

En mode automatique, tout d'abord, l'opérateur dépose dans une position quelconque la lentille ophtalmique 103 sur la plaque support 121 transparente (voir figure 1) avec sa face avant tournée vers lesdits moyens d'éclairément. Lorsque l'entrée des paramètres est validée, les mors 114 serrent  
20 la lentille ophtalmique 103 et l'opération de centrage débute.

Les étapes a) à d) de la méthode de détection sont alors effectuées sur la lentille ophtalmique 103.

Puis après l'étape d), lorsqu'il s'agit d'une lentille ophtalmique unifocale, on effectue une rotation, une translation de l'image obtenue à l'étape c) de façon à  
25 placer le point de centrage et l'axe de la lentille ophtalmique dans la position souhaitée dans le référentiel d'affichage avant d'afficher l'image ainsi calculée avec en incrustation le contour de la lentille ophtalmique et la forme de la monture (voir figure 5C).

Lorsqu'il s'agit d'une lentille ophtalmique à addition progressive de  
30 puissance ou d'une lentille ophtalmique bifocale, après l'étape d) de calcul de la position corrigée non déviée dudit repère de centrage sur la face avant de ladite lentille ophtalmique, on effectue une rotation, une translation de l'image obtenue à l'étape c) de façon à placer le point de centrage et l'axe de la lentille ophtalmique dans la position souhaitée dans le référentiel affichage avant d'afficher l'image

ainsi calculée avec en incrustation le contour de la lentille ophtalmique et la forme de la monture (voir figure 5C). La correction de la déviation du faisceau lumineux transmis au travers de la lentille est répercutée sur l'affichage en déplaçant l'image de la forme de la monture.

5            Lorsque le dispositif centreur-bloqueur 100 fonctionne en mode manuel, les mors 114 sont resserrés à vide afin de former un trépied sur lequel est positionnée la lentille ophtalmique 103 à centrer. L'image de la lentille ophtalmique 103 observée par la caméra numérique C est affichée en temps réel sur l'écran de visualisation 105 du dispositif centreur-bloqueur 100.

10           Lorsque'il s'agit d'une lentille ophtalmique unifocale, son centre optique et éventuellement son axe sont préalablement marqués à l'aide d'un frontofocomètre.

Puis, à l'aide du dispositif centreur-bloqueur 100 on réalise les étapes suivantes.

15           Etape a)

À titre de calibrage, on acquiert et mémorise l'ombre de la figure géométrique 124B prédéfinie ménagée sur le support de signe transparent 124 éclairé seul par les moyens d'éclairement, la figure géométrique, ici un triangle, présentant une dimension maximale hors tout comprise entre 2 et 10 mm.

20           Etape b)

On superpose la lentille ophtalmique 103 et le support de signe transparent 124.

Etape c)

25           On acquiert et on mémorise l'ombre de ladite figure géométrique 124B dudit support 124 déviée par ladite lentille ophtalmique 103 lorsque celle-ci et ledit support 124 sont éclairés par les moyens d'éclairement S.

Etape d)

30           À l'aide des moyens d'acquisition, c'est-à-dire de la caméra C, on acquiert, sans la mémoriser, l'ombre du repère de centrage et/ou d'axage PC de la lentille ophtalmique 103 lorsqu'elle est éclairée par les moyens d'éclairement S.

On acquiert simultanément l'ombre du contour de la lentille ophtalmique à centrer 103.

Etape e)

On affiche sur l'écran de visualisation 105, d'une part l'ombre du repère de centrage et/ou d'axage PC de la lentille ophtalmique 103 et d'autre part une cible virtuelle de centrage CC correspondant à la position voulue du repère de centrage PC de la lentille 103 par rapport à un point de référence CB du cercle 200 de la monture.

On affiche simultanément sur l'écran de visualisation 105 d'une part cette ombre du contour de la lentille 103 et d'autre part une image virtuelle 200 représentative du cercle concerné de la monture. Cette image virtuelle du cercle de monture 200 est, par calcul, décalée latéralement et/ou angulairement indépendamment du point de référence CB dudit cercle de monture, par rapport à la cible virtuelle de centrage CC associée au cercle de monture 200, pour compenser les déviations prismatiques induites par la lentille à centrer 103.

#### Étape f)

On déduit de la déviation prismatique de la figure géométrique 124B mesurée par comparaison des acquisitions réalisées aux étapes a) et c), une position relative corrigée CBc du point de référence CB du cercle de monture 200 par rapport au repère de centrage PC de la lentille ophtalmique 103, ou inversement.

#### Étape g)

On déplace manuellement la lentille pour mettre en coïncidence manuellement l'ombre du repère de centrage PC de la lentille 103 et la cible virtuelle de centrage CC.

L'ordre des étapes a) à g) n'est pas nécessairement celui dans lequel ces étapes apparaissent ci-dessus, mais peut au contraire varier en fonction du mode opératoire retenu.

Dans un mode d'exécution particulièrement avantageux, les étapes c) à f) sont réalisées en boucle, à la suite des étapes a) et b), de façon à obtenir en continu une position relative corrigée (CBc) du point de référence (CB) du cercle de monture (200).

L'opérateur déplace manuellement la lentille pour effectuer une rotation et/ou une translation de l'image obtenue à l'étape c) de façon à placer le point de centrage et l'axe de la lentille ophtalmique dans la position souhaitée dans le référentiel affichage avant d'afficher l'image ainsi calculée avec en incrustation le contour de la lentille ophtalmique et la forme de la monture (voir figure 5C). La

correction de la déviation du faisceau lumineux transmis au travers de la lentille est répercutée en temps réel sur l'affichage en déplaçant en conséquence l'image de la forme du cercle 200 de la monture.

Dans un autre mode d'exécution, plus simple à mettre en œuvre, les  
5 étapes d) et e) sont réalisées en boucle, à la suite des étapes a) et b) et les  
étapes c) et f) sont réalisées une seule fois à la suite de l'étape g). La correction  
de l'erreur de déviation du repère de centrage n'est alors pas répercutée sur  
l'écran de visualisation, mais est directement prise en compte dans les  
10 informations de positionnement transmises au bras de blocage pour le dépôt d'un  
pion de préhension.

Selon une variante de réalisation de la méthode de centrage manuel  
précitée, on propose de combiner les avantages de la correction de la déviation  
prismatique de la position du repère de la lentille et le confort d'affichage pour  
l'opérateur, en affichant les motifs 124A, 124B du support de signe transparent 124  
15 de façon cyclique, en synchronisant l'acquisition de l'image de la lentille 103  
lorsque lesdits motifs 124A, 124B sont activés et en calculant la correction de la  
déviation prismatique induite par la lentille sur cette image capturée conformément  
au cycle représenté sur la figure 4.

Plus particulièrement, la méthode de centrage manuel de la lentille  
20 ophtalmique 103 à l'aide du dispositif centreur-bloqueur comporte les étapes  
suivantes.

Etape a)

À titre de calibrage, on acquiert et on mémorise l'ombre d'un signe  
opaque (la figure géométrique 124B par exemple) ménagé sur le support de signe  
25 transparent 124 interposé entre les moyens d'éclairement S et les moyens  
d'acquisition et d'analyse C, lorsque ledit support 124 est éclairé seul par lesdits  
moyens d'éclairement.

Etape b)

On superpose ladite lentille ophtalmique 103 et le support de signe  
30 transparent 124.

Etape c)

On acquiert et on mémorise l'ombre du signe opaque 124A, 124B dudit  
support 124 déviée par ladite lentille ophtalmique 103 lorsque celle-ci et ledit  
support 124 sont éclairés conjointement par les moyens d'éclairement S.

## Étape d)

On acquiert avec les moyens d'acquisition C l'ombre du repère de centrage et/ou d'axage PC de la lentille ophtalmique 103 lorsqu'elle est éclairée par lesdits moyens d'éclairage.

- 5 On acquiert simultanément l'ombre du contour de la lentille ophtalmique à centrer 103.

## Étape e)

- On affiche sur un écran de visualisation 105, d'une part, en direct des moyens d'acquisition et d'analyse, les ombres de la lentille ophtalmique 103, du repère de centrage PC de la lentille 103 et du signe opaque 124B lorsqu'il est activé, et d'autre part, une cible virtuelle de centrage CC correspondant à la position voulue du repère de centrage PC de la lentille à centrer 103 par rapport à un point de référence CB du cercle 200 de monture. Le signe opaque 124B du support de signe transparent 124 est affichée de façon intermittente pendant une durée d'affichage suffisamment courte pour que l'œil humain ne perçoive pas son ombre sur l'écran de visualisation.

- On affiche sur l'écran de visualisation 105 d'une part cette ombre du contour de la lentille 103 et d'autre part une image virtuelle 200 représentative du cercle concerné de la monture. Cette image virtuelle du cercle de monture 200 est décalée indépendamment du point de référence CB dudit cercle de monture, par rapport à la cible virtuelle de centrage CC associée audit cercle de monture, pour compenser les déviations prismatiques induites par la lentille à centrer 103.

## Étape f)

- On déduit de la déviation prismatique de la figure géométrique 124B mesurée par comparaison des acquisitions réalisées aux étapes a) et c), une position relative corrigée CBc du point de référence CB du cercle de monture 200 par rapport au repère de centrage PC, ou inversement.

## Étape g)

- On met en coïncidence, en déplaçant manuellement la lentille ophtalmique 103, le repère de centrage PC de la lentille ophtalmique 103 et la cible virtuelle de centrage CC.

Ici encore, l'ordre des étapes a) à g) n'est pas nécessairement celui dans lequel ces étapes apparaissent ci-dessus, mais peut au contraire varier en fonction du mode opératoire retenu. L'opérateur déplace manuellement la lentille



pour effectuer une rotation et/ou une translation de l'image obtenue à l'étape c) de façon à placer le point de centrage et l'axe de la lentille ophtalmique dans la position souhaitée dans le référentiel affichage avant d'afficher l'image ainsi calculée avec en incrustation le contour de la lentille ophtalmique et la forme de la monture (voir figure 5C). La correction de la déviation du faisceau lumineux transmis au travers de la lentille est répercutée en temps réel sur l'affichage en déplaçant en conséquence l'image de la forme de la monture.

Dans un mode d'exécution particulièrement avantageux, les étapes c) à f) sont réalisées en boucle, à la suite des étapes a) et b), de façon à obtenir en continu une position relative corrigée CBc du point de référence CB du cercle de monture 200.

Dans un autre mode d'exécution, plus simple à mettre en œuvre, les étapes d) et e) sont réalisées en boucle, à la suite des étapes a) et b) et les étapes c) et f) sont réalisées une seule fois à la suite de l'étape g). La correction de l'erreur de déviation du repère de centrage n'est alors pas répercutée sur l'écran de visualisation, mais est directement prise en compte dans les informations de positionnement transmises au bras de blocage pour le dépôt d'un pion de préhension.

Ainsi, avantageusement, grâce à cette méthode selon l'invention, on supprime l'affichage sur l'écran de visualisation de l'ombre du signe opaque du support transparent qui sert à déterminer la déviation prismatique de la position du repère de la lentille et à corriger l'erreur de détection en résultant. On évite ainsi de perturber la lecture de l'écran de visualisation de l'opérateur qui ne voit à l'écran que l'image de la lentille et celle du viseur, tout en tenant compte de la correction de la déviation prismatique déterminée.

Cette méthode de centrage participe au blocage de la lentille ophtalmique 103. C'est ainsi qu'après le centrage de ladite lentille par la méthode précédemment décrite, on procède, au moyen du bras de positionnement automatique 106, au dépôt d'un pion de préhension à un emplacement prédéterminé sur la lentille ophtalmique 103.

L'unité de traitement électronique calcule pour cela l'emplacement corrigé où le pion de préhension est déposé en tenant compte de la position corrigée CBc du point de référence CB du cercle de monture 200 calculée à l'étape f).

La présente invention n'est nullement limitée aux modes de réalisation décrits et représentés mais l'homme du métier saura y apporter toute variante conforme à son esprit.

## REVENDEICATIONS

1. Dispositif d'acquisition corrigée de l'ombre d'une lentille ophtalmique (103) présentant une ou plusieurs marques (PC), comprenant :

- un moyen d'accueil (121, 114) de ladite lentille ophtalmique,
- 5 - de part et d'autre dudit moyen d'accueil, d'une part, des moyens d'éclairement (S) de la lentille ophtalmique (103) installée sur ledit moyen d'accueil et, d'autre part, des moyens d'acquisition (122, 125, C) de l'ombre de ladite lentille ophtalmique éclairée par les moyens d'éclairement (S), et
- des moyens de mesure (S, 124, C) aptes à mesurer le pouvoir de déviation
- 10 optique qu'exerce la lentille ophtalmique sur au moins un rayon lumineux et à délivrer un signal représentatif de ce pouvoir de déviation,
- un système électronique et informatique comprenant des instructions de calcul de correction géométrique déduisant dudit pouvoir de déviation mesuré une géométrie corrigée d'une partie au moins de l'ombre de la lentille ophtalmique
- 15 perçue par les moyens d'acquisition (122, 125, C).

2. Dispositif selon la revendication précédente, dans lequel ladite géométrie corrigée correspond sensiblement à la géométrie que présenterait l'ombre de ladite lentille si cette lentille ne possédait aucun pouvoir de déviation.

3. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle les

20 moyens de mesure (S, 124, C) sont aptes à mesurer le pouvoir de déviation qu'exerce la lentille ophtalmique sur au moins trois rayons lumineux traversant la lentille en trois points non-alignés.

4. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les moyens de mesure sont du type procédant par déflectométrie.

25 5. Dispositif selon la revendication précédente, dans lequel les moyens de mesure par déflectométrie comprennent au moins un séparateur de faisceau disposé entre le moyen d'accueil de lentille (121, 114) et les moyens d'acquisition (122, 125, C).

6. Dispositif selon la revendication précédente, dans lequel les moyens de

30 mesure par déflectométrie comprennent lesdits moyens d'acquisitions (122, 125, C).

7. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les moyens d'acquisition comprennent un écran de projection (122) et un système

d'acquisition d'image (C, 125) agencé pour capter l'image de cet écran de projection.

8. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ledit moyen d'accueil, lesdits moyens d'éclairage, lesdits moyens d'acquisition et  
5 lesdits moyens de mesure sont fixes les uns par rapport aux autres.

9. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, comportant un trajet optique unique entre lesdits moyens d'éclairage et lesdits moyens d'acquisition.

10. Dispositif selon l'une des revendications 4 à 8, dans lequel ledit  
10 séparateur de faisceau est un support (124) pour au moins un signe (124A, 124B) disposé entre ledit moyen d'accueil et lesdits moyens d'acquisition et dans lequel la loi de correction géométrique calculée par ledit système électronique et informatique est fonction de l'ombre déformée du signe (124A, 124B) perçue par les moyens d'acquisition (122, 125, C).

15 11. Dispositif selon la revendication précédente, dans lequel le support de signe (124) est activable et désactivable.

12. Dispositif selon la revendication précédente, dans lequel ledit support de signe est un écran actif transparent apte à afficher sélectivement ledit signe opaque.

20 13. Dispositif selon la revendication précédente, dans lequel ledit écran transparent est un écran à cristaux liquides.

14. Dispositif selon la revendication 9, dans lequel ledit support de signe comprend une trame de motifs répétés et réguliers.

25 15. Dispositif selon la revendication précédente, dans lequel ledit support de signe comprend une matrice de Hartmann.

16. Dispositif selon l'une des revendications 9 à 14, dans lequel ledit support de signe comporte une figure géométrique dont la dimension maximale hors tout est comprise entre 2 et 10 mm.

30 17. Dispositif selon la revendication précédente, dans lequel que la figure géométrique couvre une superficie comprise entre 3 et 80 mm<sup>2</sup>.

18. Dispositif selon l'une des deux revendications précédentes, dans lequel la figure géométrique est de forme distincte d'un point ou d'une croix, apte à être visuellement distinguée d'un repère marqué d'une lentille ophtalmique.

19. Dispositif selon l'une des revendications 14 à 17, dans lequel la figure géométrique est un polygone, préférentiellement un triangle.

20. Dispositif selon l'une des revendications 14 à 17, dans lequel la figure géométrique est un cercle ou un ovale.

5        21. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel les moyens de mesure sont du type procédant par d'interférométrie.

22. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, comprenant des moyens pour poser un pion de préhension à un emplacement déterminé par calcul sur la face avant de ladite lentille ophtalmique.

10       23. Dispositif selon la revendication précédente, dans lequel lesdits moyens de pose du pion de préhension sont des moyens automatiques.

24. Dispositif selon la revendication 21, dans lequel lesdits moyens de pose du pion de préhension sont des moyens de manipulation à commande manuelle.

15       25. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, comportant des moyens d'affichage pilotés par le système électronique et informatique pour afficher la géométrie au moins partiellement corrigée de l'ombre perçue par les moyens d'acquisition (122, 125, C).

20       26. Dispositif selon la revendication précédente, dans laquelle le système électronique et informatique pilote les moyens d'affichage pour afficher le contour de la lentille sans lui appliquer le calcul de correction géométrique.

25       27. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le système électronique et informatique comporte des instructions de reconnaissance d'image aptes à reconnaître l'ombre d'une marque de la lentille ophtalmique perçue par les moyens d'acquisition (122, 125, C) et à lui appliquer ledit calcul de correction géométrique pour en déduire sa position corrigée dans un référentiel connu correspondant sensiblement à la position que présenterait dans ce référentiel l'ombre de cette marque en l'absence de pouvoir de déviation de la lentille.

30       28. Dispositif selon la revendication précédente, dans lequel les instructions de reconnaissance d'image sont aptes à reconnaître l'ombre d'une marque de centrage et/ou d'axage de la lentille ophtalmique perçue par les moyens d'acquisition (122, 125, C).

29. Dispositif selon l'une des deux revendications précédentes, dans lequel les instructions de reconnaissance d'image sont aptes à reconnaître l'ombre d'une

marque de référence pour la vision de loin ou la vision de près de la lentille ophtalmique perçue par les moyens d'acquisition (122, 125, C).

5 30. Méthode d'acquisition corrigée de l'ombre d'une lentille ophtalmique (103) présentant une ou plusieurs marques (PC), comportant les étapes suivantes :

- éclairer la lentille par un faisceau lumineux,
  - mesurer le pouvoir de déviation optique qu'exerce la lentille ophtalmique sur au moins un rayon lumineux incident dudit faisceau,
  - déduire du pouvoir de déviation mesuré, par calcul, une géométrie corrigée
- 10 d'une partie au moins de l'ombre de ladite lentille ophtalmique éclairée par ledit faisceau lumineux.

31. Méthode selon la revendication précédente, dans laquelle ladite géométrie corrigée correspond sensiblement à la géométrie que présenterait l'ombre de ladite lentille si cette lentille ne possédait aucun pouvoir de déviation.

15 32. Méthode selon l'une des deux revendications précédentes, dans laquelle on mesure le pouvoir de déviation qu'exerce la lentille ophtalmique sur au moins trois rayons lumineux distincts, traversant la lentille en trois points non alignés.

20 33. Méthode selon l'une des trois revendications précédentes, dans laquelle, pour mesurer le pouvoir de déviation de la lentille ophtalmique, on utilise des moyens de déflectométrie.

34. Méthode selon la revendication précédente, dans laquelle, pour mesurer le pouvoir de déviation de la lentille ophtalmique, on éclaire la lentille ophtalmique et on recueille l'ombre de la lentille sur des moyens d'acquisition

25 (122, 125, C), un séparateur de faisceau étant disposé entre lesdits moyens d'acquisition et la lentille.

35. Méthode selon l'une des revendications 30 à 32, dans laquelle, pour mesurer le pouvoir de déviation de la lentille ophtalmique, on utilise des moyens d'interférométrie.

30 36. Méthode selon l'une des revendications 30 à 35, dans laquelle, la lentille ophtalmique étant du type multifocale, la correction géométrique est appliquée à au moins une marque de référence pour la vision de près ou de loin de la lentille ophtalmique multifocale pour obtenir une position corrigée de cette marque.

37. Méthode selon l'une des revendications 30 à 36, dans laquelle la correction géométrique est appliquée à l'ombre d'au moins une marque de centrage et/ou d'axage de la lentille ophtalmique pour obtenir une position corrigée de cette ombre.

5        38. Méthode selon la revendication précédente, dans laquelle, on affiche sur un écran de visualisation (105) une image virtuelle (200) représentative du contour souhaité après détournage de la lentille, et on repère la position de cette image de contour par rapport à la position corrigée de l'ombre de la marque de centrage de la lentille.

10       39. Méthode selon l'une des revendications 30 à 38, comportant une étape d'affichage de la géométrie corrigée de l'ombre de la lentille sur un écran de visualisation (105).

15       40. Méthode selon la revendication précédente, dans laquelle, lors de ladite étape d'affichage, l'ombre du contour de la lentille est affichée sur un écran de visualisation (105) sans lui appliquer le calcul de correction géométrique.

20       41. Méthode selon l'une des revendications 30 à 40, comportant une étape de reconnaissance de l'ombre d'une marque de la lentille ophtalmique et une étape d'application, à cette ombre de marque, du calcul de correction géométrique pour en déduire sa position corrigée dans un référentiel connu, cette position corrigée correspondant sensiblement à la position que présenterait dans ce référentiel l'ombre de cette marque en l'absence de pouvoir de déviation de la lentille.

25       42. Méthode selon la revendication précédente, appliquée au centrage automatique de la lentille, dans laquelle l'ombre reconnue est celle d'une marque de centrage et/ou d'axage de la lentille ophtalmique.

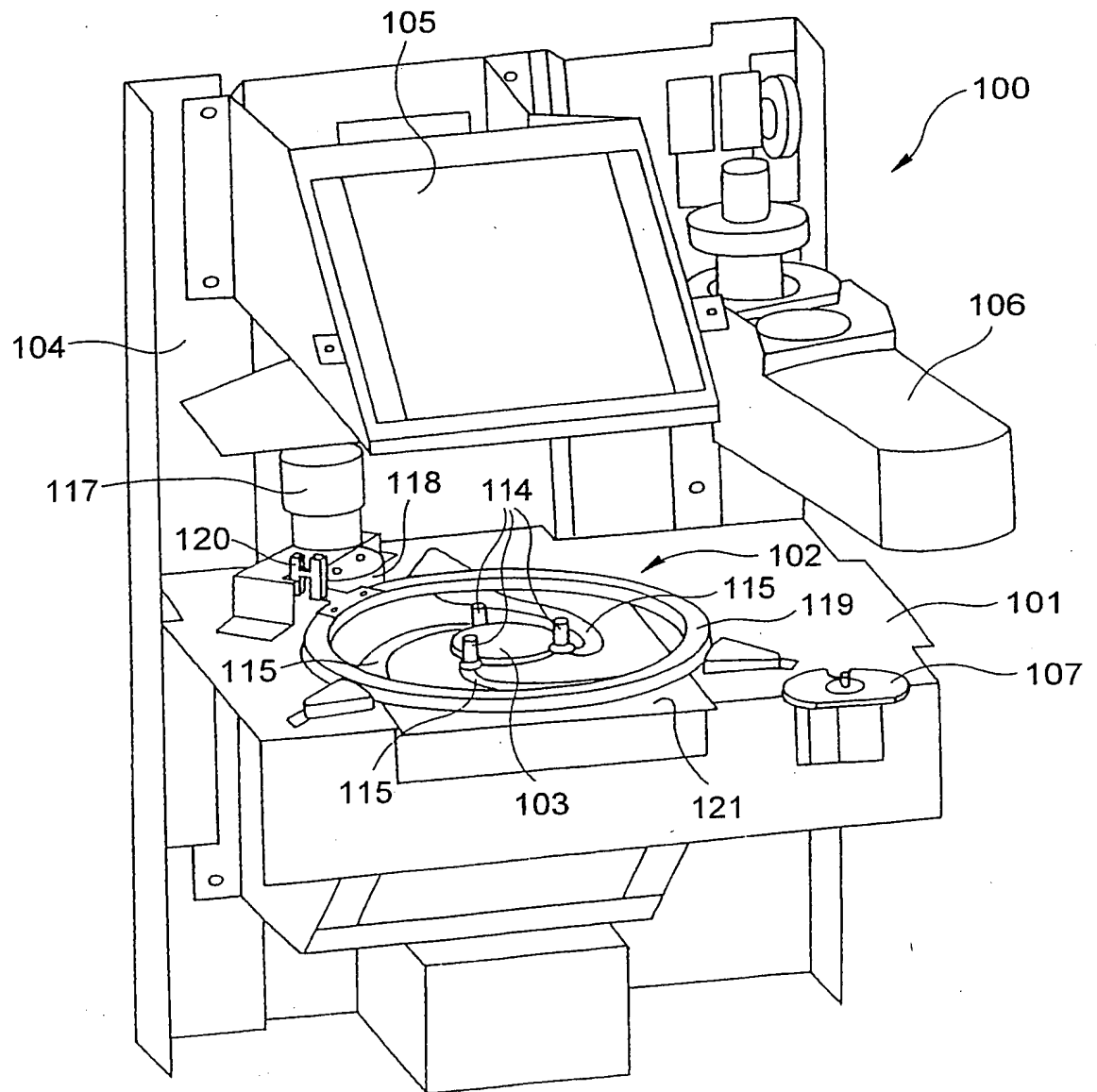


Fig.1



2/4

Fig.2

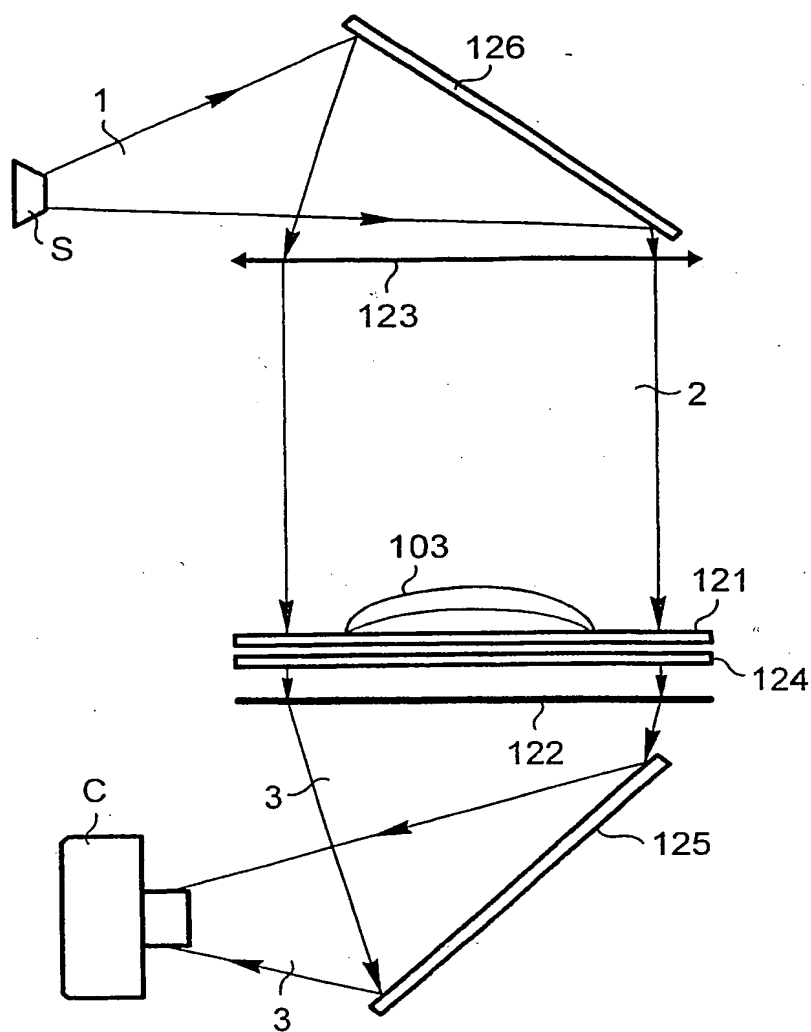
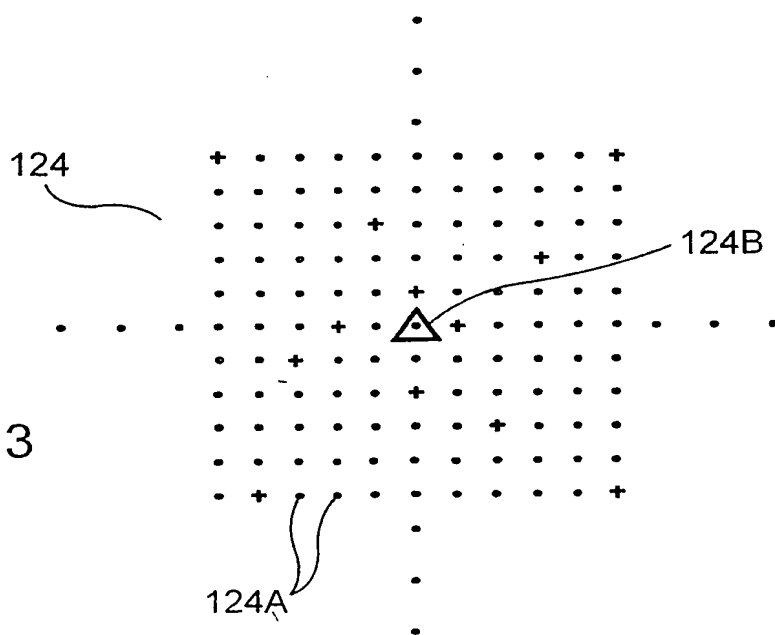


Fig.3



3/4

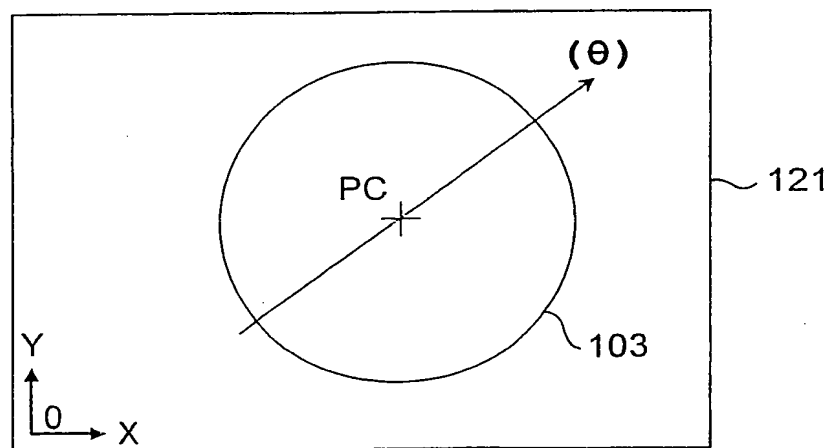
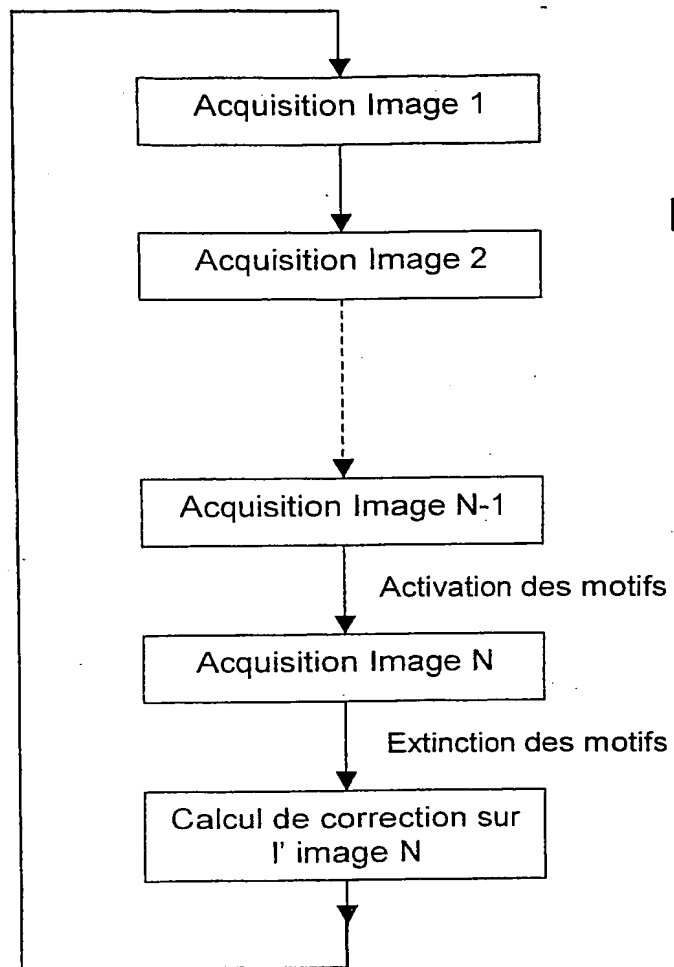


Fig.5B

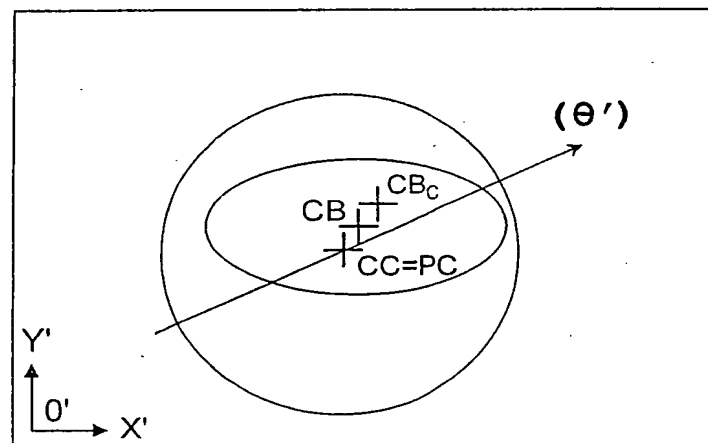
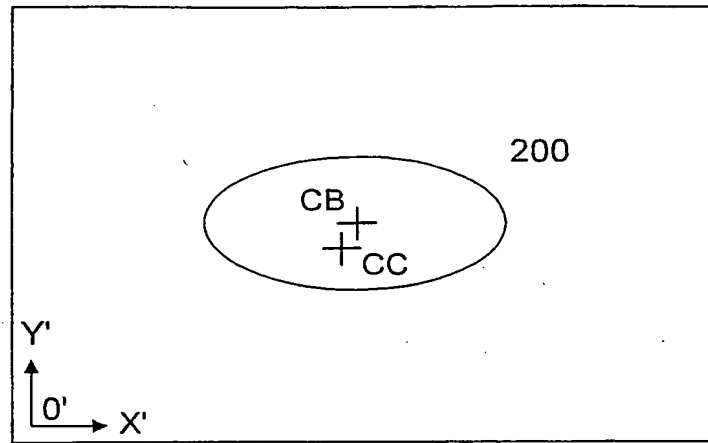


Fig.5C

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR2004/002668

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 B24B13/005 G01M11/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 B24B G01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 167 942 A (HOYA CORPORATION) 2 January 2002 (2002-01-02) paragraph '0016! - paragraph '0019! example 2 figure 3	1-42
X	US 5 523 836 A (MINIX ET AL) 4 June 1996 (1996-06-04) abstract example 3	1-42
A	US 2002/021437 A1 (VOLKENANDT HARALD ET AL) 21 February 2002 (2002-02-21) abstract paragraph '0079! - paragraph '0081! figures	1-42

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\* & \* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 February 2005

Date of mailing of the international search report

02/03/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Seibert, J

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR2004/002668

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 505 654 A (WOOD ET AL) 9 April 1996 (1996-04-09) column 15, line 62 - column 16, line 5 claims 1,3 -----	1-42
A	US 1 873 249 A (ALLEN CLILE C) 23 August 1932 (1932-08-23) page 1, line 11 - line 87 figures -----	1-42
A	US 4 330 203 A (OPPENHEIM ET AL) 18 May 1982 (1982-05-18) abstract; figures -----	1-42

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR2004/002668

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1167942	A	02-01-2002	JP 2002001638 A	08-01-2002
			JP 2002001639 A	08-01-2002
			JP 2002022599 A	23-01-2002
			AU 5402001 A	03-01-2002
			EP 1167942 A2	02-01-2002
			US 2001055111 A1	27-12-2001
US 5523836	A	04-06-1996	AU 4128696 A	31-05-1996
			WO 9614562 A1	17-05-1996
US 2002021437	A1	21-02-2002	DE 10014334 A1	15-11-2001
			EP 1136806 A2	26-09-2001
			JP 2001281101 A	10-10-2001
US 5505654	A	09-04-1996	DE 4431880 A1	16-03-1995
			DE 4447660 C2	18-06-1998
			FR 2709694 A1	17-03-1995
			GB 2281525 A ,B	08-03-1995
			IT T0940693 A1	07-03-1995
US 1873249	A	23-08-1932	NONE	
US 4330203	A	18-05-1982	NONE	

BEST AVAILABLE COPY

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No  
PCT/FR2004/002668

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 7 B24B13/005 G01M11/02

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
CIB 7 B24B G01M

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 1 167 942 A (HOYA CORPORATION) 2 janvier 2002 (2002-01-02) alinéa '0016! - alinéa '0019! exemple 2 figure 3	1-42
X	US 5 523 836 A (MINIX ET AL) 4 juin 1996 (1996-06-04) abrégé exemple 3	1-42
A	US 2002/021437 A1 (VOLKENANDT HARALD ET AL) 21 février 2002 (2002-02-21) abrégé alinéa '0079! - alinéa '0081! figures	1-42
	----- -/--	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*Z\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

21 février 2005

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

02/03/2005

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Seibert, J

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No  
PCT/FR2004/002668

## C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 5 505 654 A (WOOD ET AL) 9 avril 1996 (1996-04-09) colonne 15, ligne 62 - colonne 16, ligne 5 revendications 1,3 -----	1-42
A	US 1 873 249 A (ALLEN CLILE C) 23 août 1932 (1932-08-23) page 1, ligne 11 - ligne 87 figures -----	1-42
A	US 4 330 203 A (OPPENHEIM ET AL) 18 mai 1982 (1982-05-18) abrégé; figures -----	1-42



# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No  
PCT/FR2004/002668

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1167942	A	02-01-2002	JP 2002001638 A	08-01-2002
			JP 2002001639 A	08-01-2002
			JP 2002022599 A	23-01-2002
			AU 5402001 A	03-01-2002
			EP 1167942 A2	02-01-2002
			US 2001055111 A1	27-12-2001
US 5523836	A	04-06-1996	AU 4128696 A	31-05-1996
			WO 9614562 A1	17-05-1996
US 2002021437	A1	21-02-2002	DE 10014334 A1	15-11-2001
			EP 1136806 A2	26-09-2001
			JP 2001281101 A	10-10-2001
US 5505654	A	09-04-1996	DE 4431880 A1	16-03-1995
			DE 4447660 C2	18-06-1998
			FR 2709694 A1	17-03-1995
			GB 2281525 A ,B	08-03-1995
			IT T0940693 A1	07-03-1995
US 1873249	A	23-08-1932	AUCUN	
US 4330203	A	18-05-1982	AUCUN	

BEST AVAILABLE COPY